Agradecimientos

Este fanzine fue realizado en el marco de la serie de proyectos “UROŠ - Ubiquitous Rural Open Science Hardware” (1), una colaboración entre la Red Global Hackteria y MicroBIOMIK Society (2), Humus Sapiens, Gathering for Open Science Hardware (3) y la Cooperativa Ayllu (4). La comunidad artística y laboratorio educativo GT22 (5) y HeklabGT22 ofrecieron su sitio de investigación durante “UROŠ Temporary Autonomous Lab” en Maribor 2021.

El proyecto UROŠ ha sido financiado como parte de la plataforma KonS para Arte Investigativo Contemporáneo (6), un proyecto elegido en el llamado público para la selección de operaciones de “Network of Investigative Art and Culture Centres”. Este fondo es co-financiado por la República de Eslovenia y por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional de la Unión Europea.

Enlaces

(1) hackteria.org/wiki/UROS
(2) mikrobiomik.org/humussapiens
(3) openhardware.science
(4) instagram.com/ayllucoope
(5) gt22.si
(6) kons-platforma.org

Texto e imágenes

Julian Chollet

Diseño e ilustración

Akvilė Paukštytė

Traducción al español

Fernando “Nano” Castro

REPUBLIC OF SLOVENIA
MINISTRY OF CULTURE

EUROPEAN UNION
EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND

Creado 11/2021
Modificado 04/2022

Descargar
la versión digital en
archive.org

Publicado bajo CC BY-SA 4.0

Breve guía sobre microscopía de suelo

Introducción

Los ecosistemas microbióticos crean las condiciones para nuestra supervivencia en la tierra: establecen y modulan todos nuestros hábitats, nuestro clima, nuestra salud y nuestros estados de ánimo. Cooperar con los microbios es la única estrategia razonable para toda forma de vida macroscópica - incluida la de los seres humanos.

El suelo fértil es la base de la civilización. El auge y la caída de los imperios se da junto al cultivo y la degradación de la tierra. La agricultura industrializada lleva a la pérdida de estructura del suelo, la degradación de nutrientes y a la contaminación - en última instancia, rompe ecosistemas y erosiona el suelo, volviéndolo un desierto infértil.

Veamos quién vive ahí abajo, quizás quienes allí habitan todavía quieran colaborar

Identificación y evaluación

Conocer las criaturas que viven en tu suelo no necesariamente implica saber todos sus nombres o contar su cantidad por gramo. Si recién estás empezando a hacer microscopia, desde ya que es mucho más interesante mirar cómo se mueven y hacen sus cosas. Tomate el tiempo de observar, genera una amistad.

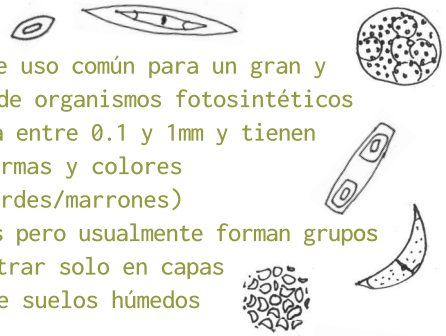
Cuando sea que estés listx para un acercamiento más sistemático, comienza por formularte una pregunta de investigación precisa: ej. ¿Hay alguna diferencia entre la parte del jardín que cubierta con mulch y la parte que quedó expuesta?

Recomendaciones:

- hacer una planificación - cuándo tomar muestras y cuándo hacer microscopía
- Tomar al menos tres muestras de cada parcela a comparar
- ser lo más precisxs posibles con la preparación - tratar a todas las muestras de la misma manera
- asegurarse que que el 'tiempo de espera' previo a la observación bajo el microscopio sea siempre similar
- Cuando prepares la muestra para el microscopio, intenta pipetear siempre la misma cantidad y densidad.
- recorrer la muestra sistemáticamente y registrar cada organismo que encuentres (a veces es necesario estimar)
- si las 3 muestras que tomaste de la misma parcela no son similares en absoluto, puedes hacer más rondas de conteo.

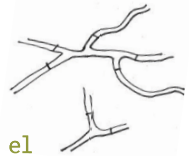
Flagelados

- grupo de organismos unicelulares que usan un flagelo (cola larga) para moverse
- su tamaño es de 0.003 a 0.01mm y se encuentran en la mayoría de los suelos
- presentan movimientos espasmódicos o retorcidos y son más lentos que los ciliados
- el término ciliados describe una forma de movimiento y por lo tanto es un muy diverso grupo de organismos



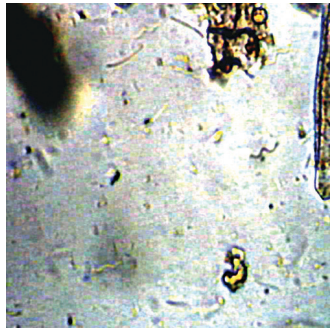
Microalgas

- el término es de uso común para un gran y diverso número de organismos fotosintéticos
- su tamaño oscila entre 0.1 y 1mm y tienen muy diversas formas y colores (tipicamente verdes/marrones)
- son unicelulares pero usualmente forman grupos
- se suelen encontrar solo en capas superficiales de suelos húmedos



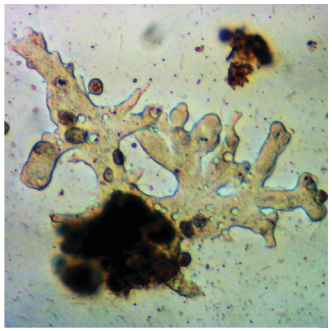
Hongos

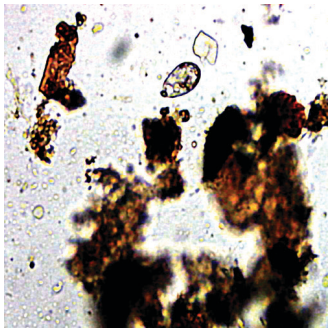
- constituyen un reino de la vida que incluye levaduras, moho y setas
- especies unicelulares (ej levadura) y el micelio de hongos se puede encontrar en el suelo
- el micelio aparenta "raíces" delgadas con frecuentes bifurcaciones (ramas)
- es muy importante en la distribución de nutrientes y la descomposición de materia orgánica

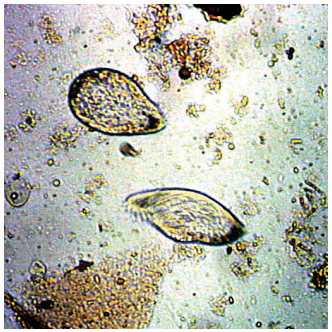


Bacterias

- son organismos unicelilares procariotas (sin núcleo) que pueden tener formas redondas, cilindricas o espiraladas
- son muy pequeños (0.001 a 0.003mm) y es difícil observarles en un microscopio común
- suelen moverse de manera caótica o en zig-zag
- son esenciales para movilizar y transformar los minerales como también para los procesos de fijación de nitrógeno

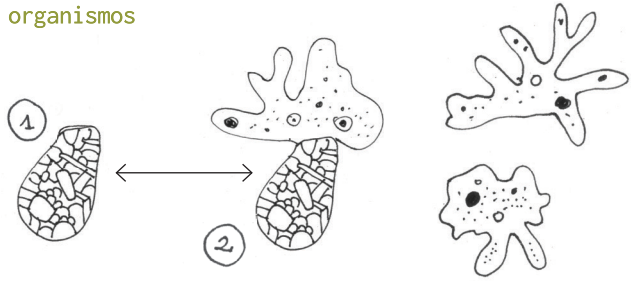


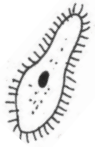




Amebas

- grupo de organismos unicelulares multiforme cuyo cuerpo no tiene una forma definida
- usualmente su tamaño varía entre 0.1 y 1mm, a veces poseen caparazones (como los caracoles)
- captura su presa flotando a su alrededor y encerrándola con su cuerpo
- el término “ameba” describe un modo de vida, por lo tanto es un grupo muy diverso de organismos





Ciliados

- organismos unicelulares (0.01-1mm) que usan cilias para moverse
- son comunes en suelos ricos de nutrientes o muestras de compost (especialmente anaeróbicos)
- se muven muy rápido y se alimenta principalmente de bacterias y algas
- existen alrededor de 4500 especies conocidas pero se estima existen 40000

Rotíferos

- son organismos multicelulares cuyo tamaño oscila entre 0.1 y 0.5mm
- poseen cilias móviles (pelitos) que dan la impresión de una rueda girando
- usualmente se alimenta de bacterias, algas unicelulares y detritus
- se conocen alrededor de 2000 especies

Cómo puedo mejorar mi suelo?

Como cada jardín y/o granja tiene condiciones y problemas únicos, no hay una receta universal para la regeneración de los suelos. Hacer del mundo un lugar mejor para vivir requiere de observación, de mucho tiempo y de interacción consciente. En general, la diversidad es la clave para la salud: cuando transformas un monocultivo en un ecosistema, la vida prospera y genera ciclos de retroalimentación que aceleran la producción de humus. Muchas veces usar técnicas regenerativas es suficiente, la labranza reducida, el cultivo de cobertura, el muclhing, y especialmente, la integración de árboles y arbustos a tu finca. A veces, la cadena alimenticia del suelo puede estar severamente dañada, y habrá que (re)introducir grupos específicos de organismos (p. ej. vía compost) para acelerar la transformación deseada.

Esta guía apunta a mostrar algunas técnicas básicas de microscopía de suelos, cómo tomar muestras y cómo identificar los organismos que encuentres. Usala como un punto de partida para tus propias exploraciones, compara tus muestras entre parcela y parcela o entre año y año, extrae tus conclusiones e implementa las técnicas que funcionen en la porción de tierra que estés cuidando.

A continuación mostramos algunos ejemplos de nuestras observaciones:

Poca diversidad en general (y, con frecuencia, muchas bacterias)
Observación típica en la agricultura industrial: lo mismo arriba que abajo. Se requiere una regeneración profunda.

Muchos ciliados
Indicador de condiciones de poco oxígeno. Se encuentra con frecuencia en suelos compactados y compost anaeróbico.

Falta de micelio
Indica la falta de materia orgánica y/o perturbaciones frecuentes (ej. agroquímicos o arado)

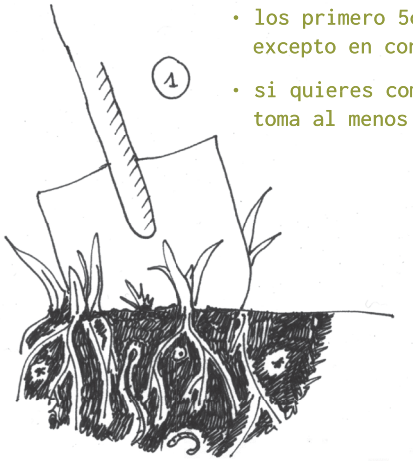
Presencia de casi todo grupo de organismos
Felicitaciones, estas haciendo un buen trabajo!

Si quieres profundizar en el mundo microbiano, hay una gran variedad de videos, libros y talleres disponibles en internet. También puedes revisar nuestra página web (en inglés), donde estamos comenzando a documentar contenido sobre microbios, biología de la tierra y agricultura regenerativa: *mikrobiomik.com/humussapiens*

Si estás en Latinoamérica te puedes contactar con el Laboratorio Agroecológico Abierto y la Red de Tecnologías Libres aquí: *regosh.libres.cc/proyectos/lab-agroeco-abierto/*

PARTE 1

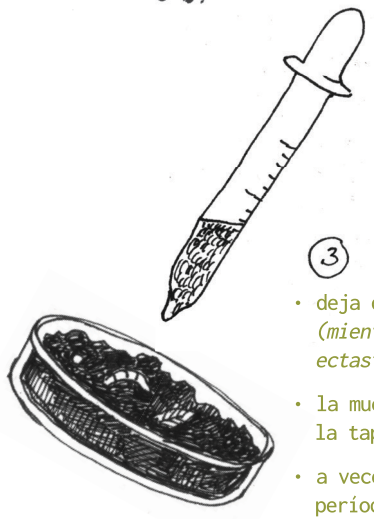
Preparando una muestra



- recolecta un puñado de suelo (sin piedras o raíces)
- los primero 5cm suelen ser muy vitales, excepto en condiciones de sequía
- si quieres comparar diferentes lugares toma al menos 3 muestras de cada uno

2

- coloca la muestra de suelo en un contenedor (ej. frasco de vidrio) sin apretarla
- agrega agua mientras mezclas suavemente hasta que el suelo esté saturado pero no inundado *(cuando inclinas el contenedor, se junta una gota de agua en el costado)*
- si el agua de la canilla tiene cloro usa mejor agua embotellada sin gas



3

- deja que la muestra repose por 1 hora (mejor 1-2 días) *(mientras mas seca haya estado la muestra cuando la recolectaste mas tiempo tardarán los microbios en "despertar")*
- la muestra debe estar en un lugar tibio (no caliente) con la tapa entreabierta
- a veces es necesario agregar un poco de agua durante este período de espera
- con una pipeta extrae la gota de agua que se forma cuando inclinas el contenedor

Colémbolas

- su cuerpo mide usualmente entre 1-3 mm y tienen 6 patas pero no son consideradas insectos
- se encuentran en capas húmicas de suelos no muy seco y material vegetal en descomposición
- omnivoras e importantes para el control de las comunidades microbianas
- existen alrededor de 9000 especies conocidas

Ácaros

- los ácaros que habitan el suelo son en general menores a 1mm y tienen 8 patas
- muy diseminados y muchas veces predadores de otros ácaros, nemátodos o colémbolas
- juegan un importante rol en la descomposición y ayudan a diseminar bacterias benéficas y esporas
- se conocen alrededor de 5000 especies

Nemátodos

- las especies encontradas en suelo tienen entre 0.3 y 1 mm de largo
- son mas abundantes en pasturas y bosques
- especializados en comer bacteria, hongos, otros nemátodos o raíces
- se conocen alrededor de 20000 especies (se estima que hay 1 millón)

Tardígrados (osos de agua)

- los adultos miden cerca de 0.5mm y se pueden encontrar en musgo humedo o colchones de hojarasca
- puede sobrevivir en condiciones extremas
- se alimenta principalmente de plantas y bacterias pero se conocen también especies predadoras
- se conocen alrededor de 1300 especies

PARTE 2

Los organismos del suelo se agrupan según su tamaño y, tradicionalmente, por su apariencia mas cercana a un animal (“Fauna”) o a una planta (“Flora”), sin embargo, muchas veces esta clasificación no tiene sentido en el mundo microbiano. Desafortunadamente, términos como “protozoo” o “ameba” o “alga” son el resultado de un desarrollo histórico basado en su apariencia morfológica en vez de relaciones biológicas.

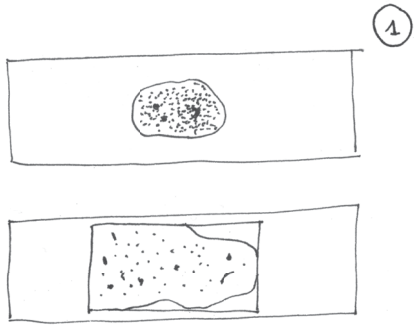
Esta no es una lista completa de organismos que habitan el suelo ni una guía taxonómica. Las criaturas que aquí se describen son las que puedes encontrar in una muestra de suelo y las imágenes están ahí para ayudarte con su identificación. Asumimos que podrás identificar en tu muestra criaturas mas grandes como lombrices, insectos, caracoles o chanchitos.

Elegimos una lista de 11 habitantes comunes y los ordenamos por su tamaño en orden descendente:

1. Colémbolos
2. Ácaros
3. Tardígrados
4. Nematodos
5. Rotíferos
6. Amebas
7. Ciliados
8. Flagelados
9. Microalgas
10. Hongos
11. Bacterias

Para las imágenes utilizamos un microscopio simple de segunda mano (Zeiss) y una cámara ocular barata (Bresser). La mayor parte de las imagenes fueron obtenidas con una magnificación de 50x. Para las imagenes de ciliados, flagelados y bacteria fue de 100x. La calidad de las micro fotografías es intencionalmente amateur para hacerla comparable con las imagnes que puedes obtener durante un taller para principiantes o en una experimentación casera. Las imágenes han sido modificadas para su impresión (ej. mayor contraste).

Preparando un portaobjetos



- suelta el líquido extraído en tu portaobjetos hasta que se forme un pequeño charco (2-3 gotitas)
- con cuidado apoya el cubreobjetos sobre la gota si aplicar presión

  (el espacio entre vidrios debería quedar lleno)

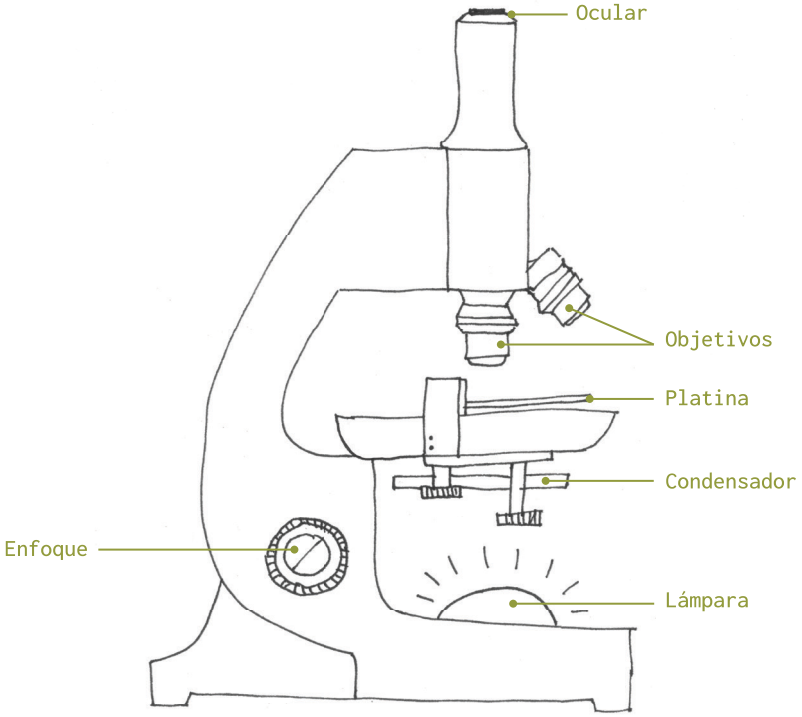
- con un poco de práctica, encontrarás la cantidad correcta a colocar para una “buena” densidad (cada muestra es diferente y su preparación tiene mucho de intuición)
- en general, la muestra en el vidrio no debería ser ni transparente ni tampoco muy lodosa

  (esta bien si algunas “migas” están presentes pero no deben levantar el cubreobjetos)

El diseño típico de un microscopio “clásico” permite la observación directa de especímenes a ojo desnudo, sin embargo, se puede adaptar una cámara al ocular para tomar fotografías o grabar vídeos. En los microscopios DIY (ver página siguiente), los especímenes solo son vistos a través de una pantalla

Usando el microscopio

Microscopio “clásico”

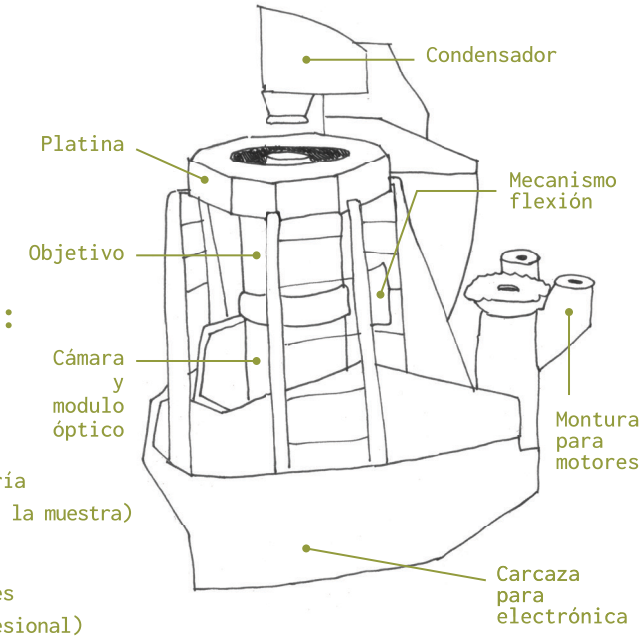


Características:

- la platina es mecánica (se mueve la muestra en X e Y con 2 perillas)
- el foco es preciso y se puden cambiar los objetivos para distinta magnificación
- se puede cambiar la iluminación cambiando el condensador, agregando filtros, etc

Mas información: *mikrobiomik.org/en/projects/microscopy*

Microscopio Openflexure

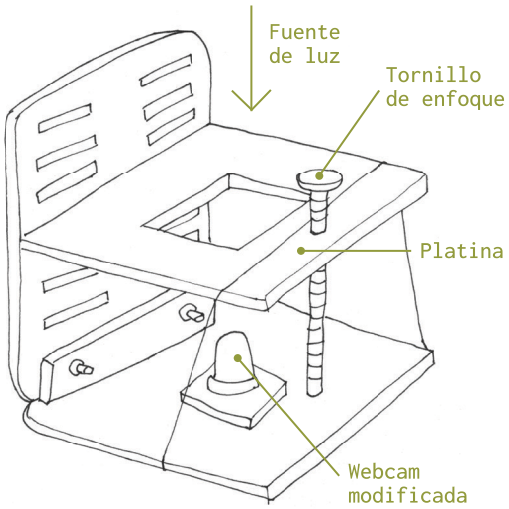


Características:

- foco preciso gracias a la flexión de la platina
- diseño de código abierto imprimible en 3D con geometría invertida (objetivo debajo de la muestra)
- utiliza una cámara digital (RPi o webcam) y la óptica es customizable (simple o profesional)

Mas información: *openflexure.org/projects/microscope/*

Microscopio Hazlo tu mismx



Características:

- de muy bajo costo y puede ser construido con casi cualquier material disponible
- usa una camara web modificada, geometría invertida y se le puede colocar cualquier fuente de luz
- existen instrucciones detalladas y muchos tipos de diseños disponibles online

Mas información: *hackteria.org/wiki/DIY_Microscopy_Instruction_(Spanish)*